Beitrag zur Kenntnis der Dünenbildung in der Sahara.

Von

J. Reinke.

Mit Taf. I—V.

Die Entstehung und Fortbildung der Dünen an den deutschen Küsten der Nord- und Ostsee hat mich jahrelang beschäftigt, und ich glaube, einigermaßen darüber ins Klare gekommen zu sein. Die Dünen werden dort nicht lediglich durch den Wind auf horizontaler Sandfläche zusammengeweht, sondern es muß sich dem Treiben des Flugsandes ein Hindernis entgegenstellen. Ist dies Hindernis leblos, z. B. ein Zaun oder eine Kiste, so kann durch den Wind eine Sandanhäufung von der ungefähren Höhe des Zauns oder der Kiste herbeigeführt werden. Entfernt man das Hindernis, so bläst der Wind den davor entstandenen Sandhügel allmählich oder schnell wieder ab, bis er ausgeglichen ist. Nur wenn lebende Pflanzen den vorm Winde treibenden Sand auffangen, bis sie mehr oder weniger verschüttet sind, dann durch den Sand hindurch wachsen, um einen neuen Fangschirm für den Sand zu bilden, ist der Anfang einer entwicklungsfähigen Düne gegeben, die nach und nach immer höher hinaufwächst. Durch Sturm kann später eine hohe Düne ihrer Grasnarbe mehr oder weniger beraubt werden, wie man auf Sylt, auf der Kurischen und Frischen Nehrung sowie in Hinterpommern[1]) zu sehen Gelegenheit hat. Oft sät sich auf solchen mehr oder weniger kahl gewehten Dünen von neuem ein Dünengras, wie *Psamma arenaria*, an, und jeder neu entstandene Psammahorst kann zum Ausgangspunkt einer weiteren Erhöhung der Düne werden, wodurch z. B. die sägenförmigen Firste der hohen Dünen im nördlichen Teil von Sylt entstehen. Die Düne kann aber, nachdem sie eine gewisse Höhe erreicht hat, auch ganz kahl geweht werden; der Wind treibt sie, die Wanderdüne, dann in seiner vorherrschenden Richtung vorwärts. Es findet hierbei meistens eine langsame Abnahme der Dünenhöhe statt, die Düne wächst gewöhnlich nicht mehr in die Höhe, wenn alle Vegetation von

1) Meine Untersuchungen über die Dünen Hinterpommerns sind noch nicht abgeschlossen.

Pflanzen auf ihrem Rücken erloschen ist. Dennoch kann auch der Rücken einer völlig vegetationslos gewordenen Düne durch den Wind noch weitere Umgestaltungen und Erhöhungen erfahren, wie ich schon auf den friesischen Inseln, besonders indes im Sommer 1913 in Hinterpommern zu beobachten Gelegenheit hatte. Der Wind und namentlich der Sturm weht nicht immer gleichmäßig. Oft machen sich Wirbel in eigener Art geltend; sie bohren sich an einzelnen Stellen tief in den Sand, bilden dort eine Grube, die bis auf die Grundlage einer hohen Düne hinabreichen kann; der dabei gepackte Sand wird nach Art einer Trombe emporgewirbelt und oben auf der Düne fallen gelassen, und so kann der Vernichtung der Düne an der einen Stelle ein entsprechendes Auftürmen von Sand an einer anderen Stelle entsprechen. Je höher die Düne schon war, je größere Sandmassen dem Sturm zur Verfügung standen, um so beträchtlicher sind auch die durch ihn in solchen Fällen hervorgerufenen Höhenänderungen. Den entstehenden Windmulden entsprechen Erhöhungen der dahinterliegenden Sandkämme; letztere wirken auch ihrerseits als Fangschirm für den Sand, und es kann die auf der Windseite gelegene Mulde durch Sand, der von fern her kommt, ausgefüllt, die ganze Konfiguration des Dünensystems aber durch den Sturm mehr oder weniger weitgehend verändert werden, namentlich auch unter Erhöhung der Dünen, falls Sand genug zur Verfügung steht. So können auch wellenförmige, vegetationslose Sandflächen auf den breiten Rücken älterer, hoher Dünen entstehen. Allein bei gelinden, mehr oder weniger gleichmäßig wehenden Winden entstehen die primären Dünen unter Wechselwirkung von Wind, Sand und lebenden Pflanzen — dies ist die allgemein geltende Regel; und auch auf den von mir als sekundär bezeichneten Dünen setzen diese Wechselbeziehungen der drei Faktoren sich fort.

Es war für mich von Interesse, mit diesen Vorgängen an Küstendünen die Entstehung und Fortbildung von Binnenlanddünen zu vergleichen, und da lag besonders nahe der Gedanke an die Dünen der Sahara, von denen zu lesen ist, daß sie stellenweise eine Höhe von mehr als 100 m erreichen, also höher werden als die höchsten Dünen der Kurischen Nehrung. Von der Oase Biskra aus sind die Saharadünen leicht zu erreichen, und ich habe daher in der zweiten Hälfte des Februar und im Anfang des März 1914 eine Untersuchung dieser Dünen ausgeführt, über die ich im nachstehenden berichten möchte.

I. Sanddünen.

Die Oase Biskra, soweit ihr Boden nicht mit Geröll bedeckt ist, besteht aus einer ebenen Platte lehmigen Bodens; die oberste Schicht des Lehms zerstäubt im Winde leicht in ein feines, gelbliches Pulver. Der südliche Rand dieser Lehmfläche ist nicht angebaut; ich werde später auf ihn zurückkommen.

Südlich und südwestlich der Lehmfläche der Oase finden sich Sand-

gebiete mit Dünenbildung. Die Dünen des ersteren Gebiets, welche man die Dünen von Oumache nennt, sind niedrig, während die im Südwesten sich an die Kette der Ed Delouatt-Berge anlehnenden Dünen nach Schätzung eine Höhe bis zu 150 m oder mehr erreichen. Es wurden zunächst die Dünen von Oumache in Augenschein genommen.

Beim ersten Betreten zeigen diese Dünen sich in ähnlicher Weise mit Pflanzen bewachsen, wie die Küstendünen unserer norddeutschen Heimat. Es ergab sich auch alsbald, daß diese niedrigen Dünenhügel von Oumache unter einem ähnlichen Zusammenwirken von Sand, Wind und Pflanzen sich aufbauen, wie unsere Küstendünen; nur sind die dabei maßgebenden Pflanzen ganz andere. Vor allen anderen tritt hier eine Dikotyle hervor, die beim Aufbau dieser Saharadünen eine ähnliche, um nicht zu sagen die gleiche Rolle spielt, wie bei unseren nordischen Dünen *Psamma arenaria*; es ist eine Wolfsmilchart, *Euphorbia Guyoniana*, die als ausdauernde Staude mit ihren dicht beieinander stehenden etwa $^1/_2$ m hohen, reich beblätterten und blühenden Sprossen den Sand auffängt, bis sie mitunter fast verschüttet ist, durch ihn dann hindurchwächst und dadurch kleine Sandhügel aufbaut, die in der Richtung des zuletzt herrschenden Windes einen »Sandschatten« ausstrahlen, wie es etwa die von *Triticum junceum* oder unter anderen Umständen von *Psamma arenaria* im Bereiche unserer Küsten gebildeten Primärdünen tun. Zahlreiche andere Pflanzen, die aber in bezug auf Dünenbildung neben der *Euphorbia* keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen, und die großenteils bei meinem Besuch noch nicht blühten, mögen hier außer acht bleiben; nur um die gleichfalls perennierende Capparidacee *Cleome arabica*, die ich vereinzelt am Rande des Dünengebiets fand, sah ich mitunter ähnliche Sandhügel aufgebaut, wie um die *Euphorbia*, ebenso hinter den Sträuchern der dort nicht gerade häufigen weißblühenden Ginsterart *Retama Retam*. Man sieht daraus, daß es auf die Pflanzenart bei der Dünenbildung nicht ankommt; allein *Euphorbia Guyoniana* ist als Dünenbildner hier so vorwaltend, daß sie allein genügt, um die auf den Sandfeldern von Oumache vorkommende Neubildung von Dünen zu erklären.

Indem zahlreiche durch diese *Euphorbia* gebildete Primärdünen sich zusammenschließen, entstehen dadurch Züge und Ketten von Dünen, deren Rücken nach und nach höher heranwächst, ganz so, wie das im norddeutschen Küstengebiete bei Primärdünen von *Triticum junceum* oder *Psamma* zu beobachten ist.

Nachstehend gebe ich einige Abbildungen über das Auftreten der *Euphorbia Guyoniana* in dem Gebiete wellenförmiger Dünen südlich der Oase von Biskra, auf dem Wege nach Oumache.

In Taf. I, Fig. 1 erblickt man einen einzelnen Horst auf der Höhe eines Sandhügels, der dadurch aufgebaut wurde, daß die Pflanze den Sand auffing und, soweit sie dadurch verschüttet wurde, wieder durch ihn hindurchwuchs. Der Sand ist hier von gelblicher Farbe, die Quarzkörner sind

1*

noch mit ziemlich viel Lehmstaub gemischt, und dieser Umstand dürfte dem Gedeihen der *Euphorbia* günstig sein.

In Taf. I, Fig. 2 ist eine teilweise verschüttete *Euphorbia* abgebildet; der Lehmgehalt des Sandes ist hier so stark, daß das Gemenge beider fest genug ist, um sich in kleinen Schollen absetzen zu können, die allerdings vor stürmischen Winden wieder zerstäuben.

Taf. I, Fig. 3 zeigt eine größere Schar über das Sandmeer verbreiteter Euphorbien, im Vordergrunde auch wieder Schollenbildung des Sandes, die aufhört, wenn man sich weiter vom Rande der Oase entfernt, in das Innere des Sandgebiets vordringt.

In Taf. II, Fig. 4 sieht man rechts im Vordergrunde wiederum einige Euphorbien, ebenso im Hintergrunde eine Reihe von Euphorbiahorsten, deren jeder einen kleinen Sandschatten neben sich zeigt; der Anblick erinnert sehr an Psammaformationen, wie man sie häufig auf dem Rücken ausgedehnterer, weißer Dünen in Norddeutschland antrifft; die Mitte des Bildes nimmt ein Horst von *Cleome arabica* ein, die allerdings nur zerstreut in den Dünen vorkommt.

Auf andere mehr vereinzelt vorkommende Bewohner dieser Dünen soll nicht eingegangen werden, zumal die für die Dünenbildung wichtige Rolle des Sandauffangens hier der *Euphorbia Guyoniana* ganz überwiegend zufällt; erwähnen will ich nur, daß häufig reife Früchte der Koloquinte auf den niederen Sandhügeln gefunden wurden, die, von Größe und Gestalt der Orangen, noch am abgestorbenen vorjährigen Kraute der Pflanze hafteten.

Daß früheren Beobachtern *Euphorbia Guyoniana* als wichtiger Bewohner der Dünen aufgefallen ist, versteht sich von selbst. Als solcher wird sie erwähnt von Battandier in seiner Bearbeitung der Dikotylen S. 796 der unentbehrlichen »Flore de l'Algérie« von Battandier und Trabut (1890). Ebenso in der kürzeren »Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie« der gleichen Autoren (1902). In seiner anregenden und lehrreichen »Voyage Botanique au Sahara« (1898) erwähnt Jean Massart sie besonders auf S. 42. Martin Möbius in seiner »Botanischen Exkursion nach Algier und Tunis« (1910) bemerkt, S. 87, daß er diese Wolfsmilch im Sande gefunden habe, und zwar »auf der Windseite frei, auf der andern Seite im Sande vergraben«. Auch Fitting in seiner Arbeit: »Die Wasserversorgung und die osmotischen Verhältnisse der Wüstenpflanzen« (Jena 1911) nennt *Euphorbia Guyoniana* unter den Dünenpflanzen an erster Stelle.

Dringt man weiter in dem Gebiete der wellenförmigen Dünen in der Richtung von Oumache vor, so wird die *Euphorbia* allmählich spärlicher, es erscheinen mehr und mehr kahle Sandwellen, die sich indes zu keiner bedeutenden Höhe erheben. Es scheint, daß der Wind hier den Sand auf ähnliche Weise in wellenförmiger Konfiguration erhält, wie die Wogen des Meeres; seine Stöße schaffen Wellentäler und wirbeln den Sand zu Wellenbergen empor.

Wenden wir uns jetzt dem zweiten, südwestlich der Oase von Biskra gelegenen Dünengebiete zu, das der auf der Karte zu 255 m Höhe angegebenen Felsenkette von Ed Delouatt östlich vorgelagert ist. Man erreicht es auf der Straße nach Tolga.

Verläßt man diese Straße an geeigneter Stelle, so gelangt man zunächst auf lehmiges, nicht abgebautes Gelände, das reichlich salzhaltig zu sein scheint, und von dem später die Rede sein wird. Es folgt eine ziemlich feuchte Niederung, in der viel *Statice* sowie *Juncus acutus* wächst. Dann kommt das Dünengebiet, in dessen Randzone zunächst *Euphorbia Guyoniana* die gleiche Rolle spielt, wie in den Dünen von Oumache; doch geht auch *Juncus acutus* in die Dünen hinein und fängt in ähnlicher Weise Sand auf, wie *Psamma arenaria* es zu tun pflegt.

Von da steigt das Dünengelände an, zunächst langsam, dann immer steiler, bis zu mehr oder weniger gerundeten Kuppen, die an die Dünen der Kurischen Nehrung erinnern, aber zweifellos höher sind, ich möchte sie auf 100 bis 150 m Höhe schätzen; in ihrem Hintergrunde lagert die Felsenkette. Der Sand wird hier weißer, er ist nur noch wenig gelblich gefärbt und scheint überwiegend aus Quarzkörnchen zu bestehen. Als herrschende Pflanze stellt sich auf diesen Dünen bald ein Gras ein, die *Aristida pungens*, das, anfangs noch ein wenig mit der *Euphorbia* gemengt, bald zur Alleinherrscherin dieser Dünen wird, wie *Psamma arenaria* es auf so vielen nordischen Küstendünen ist; die *Euphorbia* verschwindet auf den höheren Dünen.

In Taf. II, Fig. 5 bemerkt man im Hintergrunde links einen dunkeln Felsenhang der Ed Delouatt-Kette, davor Sandanwehungen mit größeren oder kleineren Rasen von *Aristida pungens*; rechts im Hintergrunde ist der Sand bis zur First des Bergzuges hinaufgeweht, in der Mitte ist ein fast kahler Dünengrat entstanden, der vermutlich über einem Felsgrat zusammengeweht wurde[1]). Im Vordergrunde zeigt sich ein langsam ansteigendes Sandfeld mit Büscheln der *Aristida*, die mehr oder weniger im Sand verschüttet sind, den Anfang kleiner Primärdünen bildend, die im Zusammenhang dem Flugsande ein Hindernis bieten und von ihm zugedeckt werden, dadurch ein Anwachsen der ganzen Düne hervorrufend.

Taf. II, Fig. 6 zeigt einen einzelnen Horst von *Aristida pungens*, dahinter ein ausgedehntes, von dieser Grasart bewachsenes Sandfeld.

In Taf. III, Fig. 7 gelangt im Vordergrunde ein schwach ansteigendes Sandfeld mit *Aristida* zur Darstellung, dahinter ein Stück der Felsenkette, an welchem der Sand mehr oder weniger dicht hinaufgeblasen ist.

In Taf. III, Fig. 8 endlich ist rechts der aus reinem Sand bestehende Rücken einer hohen weißen Düne abgebildet, die zweifellos über einem

1) In Schimpers Pflanzengeographie ist Fig. 344 (S. 646) anscheinend die gleiche Stelle abgebildet, ohne daß im Text darauf eingegangen würde; man sieht dort, wie Kamele die Grasbüschel abweiden, also vernichten helfen.

Unterbau von Felsen lagert, der zur Linken im Bilde deutlich hervortritt. Die dunklen Flecken im Sande bedeuten überall Horste von *Aristida pungens*.

Aus dem allen geht hervor, daß die hohen Dünen bei Biskra, die vielleicht über 150 m hoch ansteigen, zweifellos über ein Lager von Fels gebreitet sind, und daß die Höhe jener Felsen die Ursache für die Höhe der Dünen abgibt. Nirgends sah ich Dünen aus rein sandigem Material sich zu solcher Höhe auftürmen. Erheblich höhere Dünen hat auch Massart im Souf nicht beobachtet; auch dort fand er auf ihnen überall *Aristida pungens*, der sich *Aristida floccosa* und andere Pflanzen zugesellten (l. c. S. 37); von der hohen Düne bei Mellalah heißt es ausdrücklich, daß von ihrem Gipfel mehrere Firste nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen, die sich später teilweise gabeln; schon dieser Umstand spricht auch an jener Stelle für eine felsige Unterlage der Düne. Auf seinem Marsche traf Massart auch hohe Dünen, die ganz bewachsen waren (l. c. S. 42), an anderen Stellen hohe, fast vegetationslose Dünen (S. 44), auch völlig sterile, wellenförmige Sandhügel bis zu 100 m Höhe (S. 49). Die hohe Düne bei Mellalah schätzt Massart auf 200 m Höhe; die Gegend ist dort felsig (S. 83)[1].

Es lag mir vor allen Dingen daran, festzustellen, ob das Prinzip, nach dem auf den Sandfeldern der Sahara dünenartige Anhäufungen stattfinden, mit dem gleichen Vorkommnis an den norddeutschen Küsten übereinstimmt. Ich glaube, dies bejahen zu können. Es sind zunächst Pflanzen, wie *Euphorbia Guyoniana* und *Aristida pungens*, die den Sand auffangen und zu kleinen Hügeln anwachsen lassen, und eine Kette solcher Primärdünen wirkt dann zusammen als Hindernis zum Auffangen größerer Sandwellen, die hierbei kahl bleiben können, wie das auch auf den Nehrungen und in Hinterpommern zu beobachten ist. Findet der Sturm Sandmassen von genügender Tiefe vor, so kann er den Sand aufbrechen und emporwerfen; es entsteht so ein Wellental mit darauffolgendem Wellenberge im Sandmeere. Die Bildung der ganz hohen Dünen an den Felslehnen und über deren Grat hinweg steht damit in keinem Widerspruch. Die Höhe der Dünen hängt in diesem Falle wesentlich ab von der Höhe der Felsen, die als sandfangende Hindernisse wirken und dabei mehr oder weniger tief mit Sand überschüttet werden können.

II. Lößdünen.

Die Oase Biskra ist ein flaches Gelände. Es besteht aus mehr oder weniger salzhaltigem Lehm. Der Wind schürft die austrocknende Oberfläche des Lehms ab und wirbelt den gelblichen Lehmstaub in die Luft; kleinere Vertiefungen des Bodens werden damit angefüllt. Dieser Lehm-

---

1) Auch in der libyschen Wüste erheben sich einzelne Kämme der Dünenzüge zu mehr als 100 m über der Sandfläche.

staub, soweit er sich ablagert, wird als Löß zu bezeichnen sein. Wie schon hervorgehoben wurde, ist der südliche Rand der Oase, wo der Übergang zu den Dünengebieten stattfindet, unbebaut, vielleicht wegen des dort stärkeren Salzgehalts. Hier ist der Boden von wild wachsenden Pflanzen mehr oder weniger bedeckt, und diese Pflanzen fangen großenteils den Lehmstaub auf, werden mehr oder weniger durch ihn verschüttet, wachsen durch ihn hindurch und bilden somit in Wechselwirkung mit ihm kleine Lößdünen. Der vor den Sanddünen sich hinziehende Gürtel von Lößdünen steht im Zusammenhang zwischen der Straße nach Tolga und der nach Oumache.

Die Bildner von Lößdünen sind durchweg andere Gewächse als die Bildner der Sanddünen, wenn auch an der Grenze beider Bezirke die beiderlei Pflanzen mehr oder weniger durcheinander vorkommen können, wie auch der Löß dort sandhaltiger wird, während dem Sande sich, was bereits bei den Euphorbiadünen hervorgehoben wurde, mehr oder weniger Lehmstaub beimischt. Die wichtigste der Lößdünen bildenden Pflanzen ist der durch die silbergraue Färbung seiner ziemlich langen, schmalen Blätter auffallende, zu den Plumbaginaceen gehörige Strauch *Limoniastrum Guyonianum.* Auch Massart (l. c. S. 13) ist die Bildung solcher Hügel durch *Limoniastrum* bei Biskra nicht entgangen, er gibt eine gute photographische Abbildung davon auf Taf. III, Fig. 6; nur unterscheidet er nicht zwischen Lehmstaub und Sand, sondern sagt: »L'arbrisseau butté sans répit par les rafales de sable en arrive à être enfoui sous une dune«.

In Taf. IV, Fig. 9 ist eine Anzahl solcher von *Limoniastrum* gebildeten Lößdünen zur Darstellung gebracht, die dunkle Staude im Vordergrunde ist *Peganum Harmala*, im Hintergrunde findet sich ein Bergzug. Taf. IV, Fig. 10 ist eine einzelne dieser Lößdünen, aus größerer Nähe aufgenommen; die höchsten solcher Kegel erreichen etwa Manneshöhe. Taf. V, Fig. 11 zeigt das *Limoniastrum* am Fuße eines solchen Hügels aus noch größerer Nähe. Daß der Lehm bald mehr, bald weniger Quarzsand beigemengt enthalten kann, wurde schon hervorgehoben, doch fand ich *Limoniastrum* nicht im eigentlichen Sandgebiete.

Ein zweiter Strauch, der solche Lößdünen aufbaut, ist *Traganum nudatum.* Taf. V, Fig. 12 ist eine solche ältere, etwa 2 m hohe, von *Traganum* gekrönte Lößdüne, doch ist hier der Löß etwas reichlicher mit Sand durchsetzt; die aufgenommene Düne fand sich dicht vor der *Euphorbia*-Formation am Südrande der Oase.

Ganz ähnlich verhält sich als Bildner von Lößdünen ein anderer kleiner Strauch, die zu den Zygophyllaceen gerechnete *Nitraria tridentata* Del., sowie ein dritter weißlich behaarter Strauch, die *Thymelaea microphylla* Coss. D. R.

Miniaturlößdünen werden in einer Höhe von 1 bis 2 Fuß an einigen Stellen in Menge gebildet von dem gleichfalls strauchigen, von weitem an

Calluna erinnernden, doch gelblich-grünen, zu den Chenopodiaceen gehörigen *Halocnemon strobilaceum* (Taf. IV, Fig. 13), sowie auch von dem niedrigen Strauche *Zygophyllum cornutum* Coss., dessen eiförmige, fleischige Blätter ebenso bitter schmecken, wie die Früchte der Koloquinte.

Der Umstand, daß die feinen Lehmteilchen leicht viel fester zusammenbacken als die Sandkörner, bringt es mit sich, daß die Lößdünen niedriger bleiben als Sanddünen und sich strenger an die bei ihrem Aufbau mitwirkenden Pflanzen anheften, als dies beim Sande geschieht.

Ob Lößdünen als solche bereits anderweitig festgestellt worden sind, ist mir unbekannt.

Zu danken habe ich noch dem preußischen Herrn Kultusminister für die mir gütig gewährte Unterstützung bei meiner Reise, sowie meinem hochverehrten Kollegen, Herrn Professor Battandier in Algier, für die freundliche Bestimmung einiger nichtblühender Pflanzen.



Fig. 1. *Euphorbia Guyoniana Boiss. Reut.* auf einem zusammengewehten Sandhügel.



Fig. 2. *Euphorbia Guyoniana*, teilweise vom Sande verschüttet; der Sand ist hier lehmhaltig, daher die schollenförmige Absonderung.



Fig. 3. *Euphorbia Guyoniana*, über eine größere Sandfläche verbreitet.



Fig. 4. Rechts im Vordergrunde sowie im Hintergrunde Horste von *Euphorbia Guyoniana* mit Sandanhäufungen; in der Mitte des Bildes *Cleome arabica L.*



Fig. 5. An einer Berglehne sich emporziehende Sanddüne mit *Aristida pungens Desf.*



Fig. 6. Ein einzelner Horst von *Aristida pungens*, dahinter der flachere Teil des Sandfeldes.

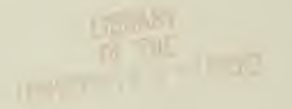




Fig. 7. Felsgrat mit angewehtem Sand; die dunklen Flecke sind Horste von *Aristida pungens.*



Fig. 8. Rechts die sanft gerundete Kuppe einer hohen, weißen Düne, darunter Fels, der links teilweise hervortritt; zahlreiche Horste von *Aristida pungens* bilden dunkle Flecken auf dem Sande.



Fig. 9. Diesseits der Bergkette eine Schar kleiner, kegelförmiger Lößdünen, durch *Limoniastrum Guyonianum Coss. Dur.* gebildet.



Fig. 10. Eine einzelne, mit *Limoniastrum Guyonianum* bewachsene Lößdüne.

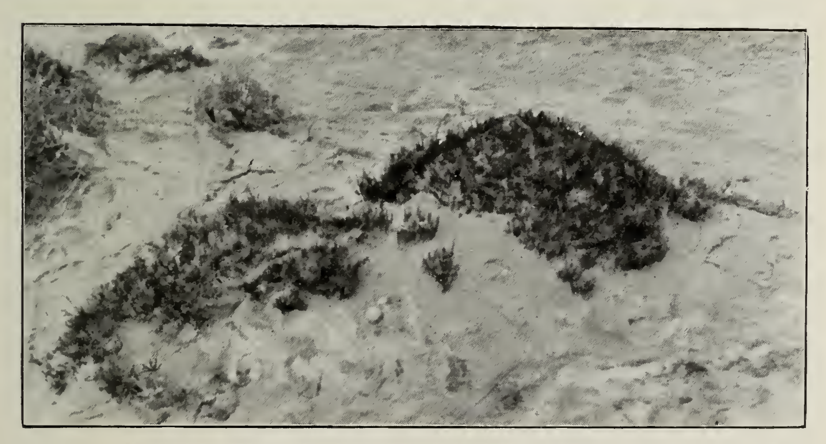


Fig. 13. Miniatur-Lößdünen, gebildet durch *Halocnemon strobilaceum Moq.*



Fig. 11. *Limoniastrum Guyonianum* am Fuße einer Lößdüne.



Fig. 12. Durch *Traganum nudatum Del.* gebildete Lößdüne von 2 m Höhe.